

## 画像形成装置、光学スクリーンユニット

This application claims benefit of Japanese Application No.2000-393114 filed in Japan on December 25, 2000, the contents of which are incorporated by this reference.

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### 1. Field of the Invention

この発明は、画像形成装置、光学スクリーンユニット、より詳しくは、主面に対して画像が投影されるようになされた光学スクリーンユニットと画像形成装置とに関する。

### 2. Description of Related Art

画像投影装置から画像が主面に投影されるようになされた光学スクリーンユニットは、従来より、種々のものが提案されている。

このような光学スクリーンユニットとしては、例えば特開平7-43835号公報に、複数のスクリーンシートを映像投影面の面方向に配列した透過型投影スクリーンにおいて、上記各スクリーンシート間の少なくとも1つのつなぎ部を、そのつなぎ部と略直交する方向に移動不能に規制し、そのつなぎ部と略平行する方向に移動可能に保持する保持手段を備えることにより、つなぎ部の位置ずれを少なくするようにした透過型投影スクリーンが記載されている。

この透過型投影スクリーンは、さらに、該スクリーンシートの周辺部の映像が投影されない非有効部に、そのスクリーンシート自体を面方向に付勢する付勢手段を備えることにより、反りや撓みをなくす工夫をしたものとなっている。

こうした光学スクリーンユニットにおいては、投影される光を効率的に観察者に導くために、スクリーンの表面形状を様々な工夫しており、例えば、多数のビーズを面状に並べたものや、フレネルレンズを形成したもの、レンチキュラーシートを用いたものなどがある。さらに、これらの何れかに加えて、視野角を広く

するための拡散面を有する光学部材を配置するのが一般的である。

ところで、配列された複数の画像投影装置から複数の部分画像を投影して、スクリーン上において一画像を構成するマルチプロジェクタ装置等においては、観察者が正面から見た場合には観察されない部分画像同士の繋ぎ目が、斜め方向から見ると観察されてしまうことがあるが、上述したような形状を工夫した光学スクリーンユニットは、この課題を緩和するのにも役立つものとなっている。

しかしそれでも、上記特開平7-43835号公報に記載されたようなつなぎ目（接合線）のある光学スクリーンに、何等工夫を凝らすことなく配置された画像投影装置から画像を投影すると、該つなぎ目が表示される画像中にすじとして観察されてしまうことがあり、画質を低下させる原因になっていた。

また、上述したような光学スクリーンユニットの内でも、例えばレンチキュラーシートの場合には、2次元的な効果を得るためには、2方向のレンチキュラーシートを重畳する必要がある、さらに、これらのレンチキュラーシートに結像する画像をぼけさせることなくシャープに表示するためには、該レンチキュラーシートを上述した拡散面を有する光学部材に密接させる必要がある。

こうして、レンチキュラーシート等の光学シートと、拡散面を有する光学プレート等の光学部材とを、弛みや歪み等を発生させることなく密接させる技術が必要となっている。

## SUMMARY OF THE INVENTION

この発明の目的は、接合線を有する光学シートに投射された画像に、該接合線に起因するすじが極力観察されることのない画像形成装置を提供するにある。

また、この発明の目的は、光学シートに結像される画像のシャープさを損なうことのないように、光学シートを光学プレートに密着させることができる光学スクリーンユニットを提供するにある。

簡略にこの発明は、複数のシート部材を該シート部材の端縁を接合線として互いに接合することにより、1つ以上の接合線を有して構成された光学シートと、画像または画像の一部を生成して投影光学系により上記光学シートに向けて投射

するものであり上記接合線が上記光学シート上において互いに交わることはない場合には少なくとも該接合線の数以上また上記接合線が上記光学シート上において結節点をもって互いに交わる場合には少なくとも結節点の数以上設けられた画像投影装置と、を含み、上記画像投影装置は、自己が投射する画像または画像の一部に該当する光学シートの範囲内に、1つの結節点のみが存在する第1の場合、結節点が存在せず1つの接合線のみが存在する第2の場合、接合線が存在しない第3の場合、の何れかに合致するように配設され、かつ、上記第1の場合には上記投影光学系の光軸が該結節点において上記光学シートの主面に立てた法線に一致するように該結節点で交わり、上記第2の場合には上記投影光学系の光軸が上記接合線と交点をもって交わるとともに該交点において主面に立てた法線と該接合線を含む平面内にあるように配設されている画像形成装置である。

また、この発明は、光学特性が特異的となる特異部分を含む光学シートと、投影光学系により画像を上記光学シートに向けて投射する画像投影装置と、を含み、上記画像投影装置は、上記光学シートに対する所定の位置関係に係る拘束条件の下で、上記投影光学系から上記特異部分を見たときの立体角が最小となる位置に配設された画像形成装置である。

さらに、この発明は、主面に対して画像が投影されるようになされた光学スクリーンユニットであって、剛性を有する光学プレートと、この光学プレートの主面に沿って配置された可撓性を有する1枚以上の光学シートと、上記光学プレートの主面と上記光学シートの主面とを互いに密接させる密接手段と、を含む光学スクリーンユニットである。

The above and other objects, features and advantages of the invention will become more clearly understood from the following description referring to the accompanying drawings.

## BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、本発明の一実施形態において、画像投影装置から画像が投影される光学スクリーンユニットの構成を側方から示す図。

図 2 は、上記実施形態において、画像投影装置から画像が投影される光学スクリーンユニット内の光学シートと光学プレートの構成を示す斜視図。

図 3 A および図 3 B は、上記実施形態において、光学スクリーンユニットにおける接合線と画像投影装置の光軸との関係を示す平面図および正面図。

図 4 は、上記実施形態において、光学シートおよび光学プレートの積層方向の構成を拡大して示す図。

図 5 A および図 5 B は、上記実施形態において、光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第 1 の例を示す正面図および側面図。

図 6 A および図 6 B は、上記実施形態において、光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第 2 の例を示す正面図および側面図。

図 7 A および図 7 B は、上記実施形態において、光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第 3 の例を示す正面図および側面図。

図 8 A および図 8 B は、上記図 7 に示した第 3 の例の変形例を示す正面図および側面図。

図 9 A および図 9 B は、上記実施形態において、光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第 4 の例を示す正面図および側面図。

図 10 は、上記実施形態において、光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成にテンション可変機構を加えた様子を正面側から拡大して示す図。

図 11 は、上記実施形態におけるテンション可変機構の内部構成を示す断面図。

図 12 は、上記実施形態において、1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図。

図 13 は、上記実施形態において、1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図。

図 14 は、上記実施形態において、1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図。

図 15 は、上記実施形態において、接合線と画像投影装置から投射される光線との望ましい位置関係を拡大して示す平面図。

図 16 は、上記実施形態において、接合線と画像投影装置から投射される光線

との望ましくない位置関係を拡大して示す平面図。

図 17 は、上記実施形態において、1 つの接合線がある光学シートに 3 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図。

図 18 は、上記実施形態において、1 つの接合線がある光学シートに 3 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図。

図 19 は、上記実施形態において、1 つの接合線がある光学シートに 3 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図。

図 20 は、上記実施形態において、平行な 3 つの接合線がある光学シートに格子状に配列した 9 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図。

図 21 は、上記実施形態において、平行な 3 つの接合線がある光学シートに格子状に配列した 9 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図。

図 22 は、上記実施形態において、上下方向の接合線が 6 本、左右方向の接合線が 4 本存在する光学シートに、格子状に配列した 9 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図。

図 23 は、上記実施形態において、上下方向の接合線が 6 本、左右方向の接合線が 4 本存在する光学シートに、格子状に配列した 9 つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図。

図 24 は、上記実施形態において、上下方向の接合線が 6 本、左右方向の接合線が 4 本存在する光学シートに、格子状に配列した 9 つの画像投影装置から投影される部分画像の配置を示す正面図。

## DETAILED DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENT (S)

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図 1 から図 24 は本発明の一実施形態を示したものであり、図 1 は画像投影装置から画像が投影される光学スクリーンユニットの構成を側方から示す図、図 2

は画像投影装置から画像が投影される光学スクリーンユニット内の光学シートと光学プレートの構成を示す斜視図、図3 Aおよび図3 Bは光学スクリーンユニットにおける接合線と画像投影装置の光軸との関係を示す平面図および正面図、図4は光学シートおよび光学プレートの積層方向の構成を拡大して示す図、図5 Aおよび図5 Bは光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第1の例を示す正面図および側面図、図6 Aおよび図6 Bは光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第2の例を示す正面図および側面図、図7 Aおよび図7 Bは光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第3の例を示す正面図および側面図、図8 Aおよび図8 Bは上記図7 Aおよび図7 Bに示した第3の例の変形例を示す正面図および側面図、図9 Aおよび図9 Bは光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成の第4の例を示す正面図および側面図、図10は光学シートをフレーム部材に弾性を持って支持する構成にテンション可変機構を加えた様子を正面側から拡大して示す図、図11はテンション可変機構の内部構成を示す断面図、図12は1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図、図13は1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図、図14は1つの接合線がある光学シートに1つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図、図15は接合線と画像投影装置から投射される光線との望ましい位置関係を拡大して示す平面図、図16は接合線と画像投影装置から投射される光線との望ましくない位置関係を拡大して示す平面図、図17は1つの接合線がある光学シートに3つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図、図18は1つの接合線がある光学シートに3つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図、図19は1つの接合線がある光学シートに3つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図、図20は平行な3つの接合線がある光学シートに格子状に配列した9つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図、図21は平行な3つの接合線がある光学シートに格子状に配列した9つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す平面図、図22は上下方向の接合線が6本、左右方向の接合線が4本存在する光学シート27に、格子状に配列した9

つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す斜視図、図23は上下方向の接合線が6本、左右方向の接合線が4本存在する光学シート27に、格子状に配列した9つの画像投影装置から画像を投影する画像形成装置を示す側面図、図24は上下方向の接合線が6本、左右方向の接合線が4本存在する光学シート27に、格子状に配列した9つの画像投影装置から投影される部分画像の配置を示す正面図である。

この光学スクリーンユニット3は、図1および図2に示すように、画像投影装置1からの画像が主面に投影されるようになっており、観察者側に配設された剛性を有する光学プレート7と、この光学プレート7の主面に沿って密着するように配置された可撓性を有する例えば2枚の光学シート5、6とを、フレーム部材4により支持して構成されている。

上記光学プレート7は、所定の厚みを有するアクリル板等で形成されていて、後述するように光学シート5、6をテンションを持って密接させたときにもその曲面をほぼ維持することができる程度の剛性を有している。

また、上記光学シート5、6は、例えばレンチキュラーシートで構成されていて、光学シート5に形成されたレンチキュラーの方向と、光学シート6に形成されたレンチキュラーの方向とは、互いに直交するように配置されている。

ところで、大画面の光学スクリーンユニット3を構成するためには、大面積のレンチキュラーシートが必要となるが、レンチキュラーシートは加熱して軟化させた透明な樹脂材料を、周面にレンチキュラーの雌型が刻設されたロール状部材により加圧して形成することが多く、薄いレンチキュラーシートを形成するためには相当の圧力を加えることが必要となる。従って、薄さを維持しながら幅を大きくしようとすると、必要な圧力が大きくなりすぎて製造装置の剛性を極度に上げなければならない、製造コストがかかることになる。そこで、所定幅のレンチキュラーシートを継ぎ合わせてより大面積のレンチキュラーシートを形成する技術が開発されている。

例えば、図3Aおよび図3Bに示す光学スクリーンユニット3における接合線3aは、こうしたレンチキュラーシートの継ぎ目に起因する接合線である。この光学スクリーンユニット3は、図示のように、該接合線3aが画像投影装置1の

投影光学系の光軸O上に位置するように構成されている。

このように構成することで、この接合線3aに対しては、画像投影装置1からの光線がほぼ垂直に入射することになるために、斜めから光線が入射する場合に比べて、該接合線3aをより目立たなくさせることが可能となっている。

なお、3枚以上の光学スクリーンを接合して構成される光学スクリーンの場合には、少なくとも一つの接合線が画像投影装置1の投影光学系の光軸O上に位置することが望ましい。

また、複数の画像投影装置から部分画像を投影するマルチプロジェクタ装置の場合には、接合線が何れかの画像投影装置の投影光学系の光軸上に位置するように構成すれば良い。

上記光学プレート7は、引張力を掛けた光学スクリーン5、6を押圧させることにより密着させる構成となっており、その主面が、該光学スクリーン5、6に向かって凸面となるように湾曲して形成されている。

このとき、この凸面としては、平坦な2次元空間と等価な曲面であることが望ましい。つまり、平坦な2次元空間と等価な曲面である例えば円筒面の場合には、展開した場合に平面と一致させることが可能であるが、曲がった2次元空間と等価な曲面である例えば球面の場合には、展開しても平面と一致させることができない。このために、凸面として球面等を用いた場合には、光学スクリーン5、6のどこかに曲げや歪み等が発生してしまうことになるためである。

こうして、上記光学プレート7は、図2等に示すように、その主面が、例えば円筒面（の一部）として構成されたものとなっている。

具体的には、当該光学プレート7に何等の応力を加えていないときには、凸面となる主面の最大突出量Hは、2mm以上100mm以下となるように構成されていて、より詳しくは、画面サイズや光学シートの素材に応じて最適な値を選択するようになっている。

上述したような制限を設ける理由は、突出量が小さすぎると光学スクリーン5、6を密着させるために大きな引張力を掛けなければならなくなって、該引張力を支えるに足る剛性をフレーム部材4にもたせなければならず、光学スクリーンユニット3の重量が増したりしてしまうためであり、一方、突出量が大きすぎる



と、光学スクリーン 5, 6 の平坦性がなくなりすぎて、曲がった画面として観察されてしまうためである。

該光学プレート 7 は、例えば、図 4 に示すように、アクリル等で形成された基板 7 a の両面の内の、光学シート 5, 6 に向く側の面が拡散面 7 c として構成されており、これとは反対側の観察者側の面には、アンチグレア処理やアンチリフレクション処理が施された光学面 7 b が形成されたものとなっている。

このように光学プレート 7 を拡散板として構成するのは、上記光学シート 5, 6 上に結像した画像を、広い視野角で観察することができるようにするためであり、光学シート 5, 6 と光学プレート 7 との距離が離れると、該光学シート 5, 6 上に結像した画像がぼけてしまうために、上述のように密着させるようにしている。

次に、図 5 A および図 5 B を参照して、光学シート 5, 6 に引張力を掛けることにより、光学プレート 7 に密着させるための構成の第 1 の例について説明する。

まず、光学プレート 7 は、適宜の支持構造により、上記フレーム部材 4 に対して固定して支持されている。

次に、上記光学シート 5, 6 は、例えばその四隅に支持コマ 1 1 が取り付けられていて、これら 4 つの支持コマ 1 1 のそれぞれに、例えば引っ張りコイルばね等なる密接手段であり引張手段を兼ねた弾性部材 1 2 の一端が取り付けられている。

この弾性部材 1 2 の他端は、図 5 A に示すように、上記フレーム部材 4 の内側の四隅に固定されていて、さらに詳しくは、図 5 B に示すように、押圧力が上記光学プレート 7 に向かう方向となるように、観察者側の角部に取り付けられている。

こうして、この第 1 の例においては、2 枚の光学シート 5, 6 が、複数の弾性部材 1 2 により各々独立に引張されており、かつ、それぞれの光学シート 5, 6 に加わる引張力が同一の方向となるように構成されている。

このような構成により、光学シート 5, 6 に曲げや撓みを発生させることなく、光学プレート 7 に密着させることが可能となる。

続いて、図 6 A および図 6 B を参照して、光学シート 5, 6 に引張力を掛けることにより、光学プレート 7 に密着させるための構成の第 2 の例について説明する。

光学プレート 7 が、適宜の支持構造により上記フレーム部材 4 に対して固定して支持されているのは上述と同様である。

また、図 6 A に示すように、光学シート 5, 6 の四隅には支持コマ 1 1 が取り付けられていて、これら 4 つの支持コマ 1 1 のそれぞれに、例えば引っ張りコイルばね等なる弾性部材 1 2 の一端が取り付けられ、この弾性部材 1 2 の他端が、上記フレーム部材 4 の内側の四隅に固定されているのも同様である。

ただし、図 6 B に示すように、光学シート 5 に取り付けられた弾性部材 1 2 の他端は、押圧力が上記光学プレート 7 に向かう方向となるように、観察者側の角部に取り付けられているが、光学シート 6 に取り付けられた弾性部材 1 2 の他端は、押圧力が光学シート 5 に向かう方向となるように、画像投影装置 1 側の角部に取り付けられている。

これにより、光学シート 5 と光学シート 6 同士の密着性もより向上させることが可能であるが、双方の光学シート 5, 6 は結果として光学プレート 7 に密着しなければならないために、光学シート 5 に取り付けられている弾性部材 1 2 の付勢力は、光学シート 6 に取り付けられている弾性部材 1 2 の付勢力よりも大きくなるように構成されている。

ここでは、2 枚の光学シート 5, 6 を光学プレート 7 に密着させているが、より一般的に複数枚の光学シートを密着させる場合であって、これらの光学シートの中の光学プレート 7 から最も離れた位置にある最遠の光学シートを除く少なくとも一枚の光学シートに加えられる引張力が、上記光学プレート 7 から離間する方向の成分を有している場合には、該最遠の光学シートに加えられる引張力が上記光学プレート 7 に近接する方向の成分を有していて、かつ、上記複数枚の光学シートに加えられる引張力の合力は、上記光学プレート 7 に近接する方向の成分を有していることが必要である。

さらに、図 7 A および図 7 B を参照して、光学シート 5, 6 に引張力を掛けることにより、光学プレート 7 に密着させるための構成の第 3 の例について説明す

る。

まず、光学プレート7が、適宜の支持構造により上記フレーム部材4に対して固定して支持されているのは上述と同様である。

次に、上記光学シート5、6は、例えば長辺の中央部と四隅とに支持コマ11が取り付けられていて、これら6つの支持コマ11のそれぞれに、例えば引っ張りコイルばね等なる弾性部材12の一端が取り付けられている。

この弾性部材12の他端は、図7Aに示すように、上記フレーム部材4の内側の長辺の中央部と左右とに固定されていて、より詳しくは、引張力を上下方向にかけるようになっている。

また、積層方向については、上記図5Bに示した例と同様であって、図7Bに示すように、各光学シート5、6共、押圧力が上記光学プレート7に向かう方向となるように、上記弾性部材12の他端が、観察者側の角部に取り付けられている。

上述したように、光学プレート7が、左右方向には直線であって、上下方向に湾曲する円筒面状となっているときには、これらの図7Aおよび図7Bに示したように上下方向に引張力を掛けることにより該円筒面の周方向に引張が行われ、比較的小さい力でも効率的に光学シート5、6を光学プレート7に密着させることが可能となる。

なお、図7A、図7Bに示した例は、引張力を基本的に上下方向にかけているが、左右方向にも補助的に引張するようにしても良い。

すなわち、図8A、図8Bの変形例に示すように、光学シート5、6は、その左右の短辺の、例えば中央部の各2ヶ所に、支持コマ11が取り付けられるとともに、これら4つの支持コマ11のそれぞれに、補助的な引張力を発揮する例えば引っ張りコイルばね等なる弾性部材12aの一端が取り付けられている。

この弾性部材12の他端は、上記フレーム部材4の内側の短辺の略中央部の2ヶ所に固定されていて、より詳しくは、引張力を左右方向にかけるようになっている。

このような構成により、光学シート5、6の光学プレート7に対する密着性をより高めることが可能となる。

次に、図 9 A および図 9 B を参照して、光学シート 5、6 に引張力を掛けることにより、光学プレート 7 に密着させるための構成の第 4 の例について説明する。

まず、光学プレート 7 が、適宜の支持構造により上記フレーム部材 4 に対して固定して支持されているのは上述と同様である。

次に、上記光学シート 5、6 は、例えば長辺および短辺の中央部と四隅とに支持コマ 1 1 が取り付けられていて、これら 8 つの支持コマ 1 1 のそれぞれに、例えば引張りコイルばね等なる弾性部材 1 2 の一端が取り付けられている。

この弾性部材 1 2 の他端は、図 9 A に示すように、上記フレーム部材 4 の内側の長辺および短辺の各中央部と四隅とに固定されていて、より詳しくは、引張力を、光学シート 5、6 の中心から放射方向にかけるようになっている。

また、積層方向については、上記図 6 B に示した例と同様であって、図 9 B に示すように、光学シート 5 に取り付けられた弾性部材 1 2 の他端が、押圧力が上記光学プレート 7 に向かう方向となるように観察者側の角部に取り付けられ、光学シート 6 に取り付けられた弾性部材 1 2 の他端は、押圧力が光学シート 5 に向かう方向となるように、画像投影装置 1 側の角部に取り付けられている。なお、弾性部材 1 2 の付勢力の大きさの関係も、上述と同様である。

次に、図 1 0 および図 1 1 は、上記弾性部材 1 2 による引張力を調整するためのテンション可変機構を設ける例を示したものであり、上記図 5 A から図 9 B に示した構成例の何れにも適用可能となっている。

この引張り調整手段たるテンション可変機構 1 5 は、例えば上記弾性部材 1 2 とフレーム部材 4 との間に設けられており、一端が該弾性部材 1 2 に固定されると共に、他端がリンク機構等の接続部 1 4 により可動となるようにフレーム部材 4 に取り付けられている。

上記テンション可変機構 1 5 は、より詳しくは、図 1 1 に示すように、上記弾性部材 1 2 が一端に固定されると共に雄ねじ 1 5 d が周面に刻設されたピストン部 1 5 c を、雌ねじ 1 5 b が内周面に刻設されたシリンダ部 1 5 a に螺合するようになっており、その螺合深さにより、該弾性部材 1 2 による引張力を調整するようになっている。

また、他端側は、上記接続部 1 4 が設けられたピン状部 1 5 e が、蓋部材 1 5 f により上記シリンダ部 1 5 a に取り付けられて構成されている。

このような構成により、光学シート 5、6 の大きさや、該光学シート 5、6 への弾性部材 1 2 の取付位置に個体差があったとしても、容易に調整することが可能となる。

なお、光学シート 5、6 に取り付けられる支持コマ 1 1 は、例えばアクリル板により構成されているが、アクリル板だけでは弾性部材 1 2 の引張力に対する耐久性が充分でない場合には、図 1 0 に示すように、弾性部材 1 2 が取り付けられる部分に、例えば金属板等なる補強コマ 1 3 を取り付けるとしても構わない。

ところで、上記図 3 A および図 3 B において説明したように、接合線がすじとして観察されないようにするためには、画像投影装置 1 の投影光学系の光軸 O が、該接合線にはぼ垂直に交わるようにすることが望ましい。

このような光学シートの接合線と画像投影装置との関係について、図 1 2 から図 2 4 を参照して、より詳しく説明する。

まず、図 1 2 から図 1 6 は、光学シート 2 1 に上下方向の接合線 2 1 a が 1 つだけ存在し、単一の画像投影装置 1 からこの光学シート 2 1 に画像を投影する場合を示したものである。

すなわち、光学シート 2 1 は、2 枚のシート部材 2 1 b、2 1 c を、各々の端縁を接合線 2 1 a として互いに接合することにより、構成されている。

画像投影装置 1 は、画像を生成して、投影光学系 2 0 により上記光学シート 2 1 に向けて投射するものであり、該投影光学系 2 0 の光軸 O が、上記接合線 2 1 a の例えばほぼ中央部に交点 2 1 g をもって交わっている。

上記光軸 O は、より詳しくは、上記接合線 2 1 a の上記交点 2 1 g における接線ベクトル（方向ベクトル）と、該交点 2 1 g において光学シート 2 1 の主面に立てた法線ベクトルと、が張る平面内にあるように、配置されている。

つまり、図 1 3 に示すように、光学シート 2 1 と画像投影装置 1 とを含んでなる画像形成装置を上から見たときには、投影光学系 2 0 の光軸 O は該光学シート 2 1 の主面に垂直となるように接合線 2 1 a に交わっている。これに対して、該

画像形成装置を側方から見たときには、図 1 4 において実線で示すように、投影光学系 2 0 の光軸 O は該光学シート 2 1 の主面に垂直となるように接合線 2 1 a に交わっても良いが、これには限定されない。

例えば図 1 4 の 2 点差線で示すような、画像投影装置 1 から、光軸 O が斜めの角度となるように該光学シート 2 1 の主面に画像を投影する場合にも、接合線 2 1 a に起因する「すじ」を目立たせないようにすることができる。

ただし、打ち上げ角や打ち下げ角をもって画像を投影する場合、すなわち、投影光束が投影光学系 2 0 の光軸 O から見て上方または下方に偏っている場合は、光軸 O はスクリーン 2 1 の主面に垂直となっている場合がほとんどとなっている。

このような、上から見たときに光軸 O が接合線 2 1 a と垂直に交わるように構成する理由について、図 1 5 と図 1 6 を参照して説明する。

上記接合線 2 1 a は、拡大して見ると、図 1 5 または図 1 6 に示すように、シート部材 2 1 b の主面に略垂直な端面である接合面 2 1 d と、シート部材 2 1 c の主面に略垂直な端面である接合面 2 1 e とを、例えば接着剤 2 1 f を用いることにより互いに接合して構成されている。この接着剤 2 1 f は、シート部材 2 1 b、2 1 c を構成する素材と、可能な限り屈折率が同じとなるようなものを用いているが、それにも関わらず、光学特性を完全に一致させることは難しい。従って、接合面 2 1 d、2 1 e においては光学特性が不連続となっている。

このような構成において、光軸 O が上述したような接線ベクトルと法線ベクトルとが張る平面内にある場合には、図 1 5 に示すように、画像投影装置 1 から投射される光線は、上から見たときに、上記接合線 2 1 a にほぼ垂直に入射することになる。このように構成すると、投影光学系 2 0 から見たときの接合面 2 1 d や接合面 2 1 e の立体角は、ほとんど 0 に近いものとなるために、光学特性が不連続となるこれらの接合面 2 1 d、2 1 e には光線がほぼ当たらず、該接合面 2 1 d、2 1 e において光の反射や散乱はほとんど生じない。

一方、光軸 O が上記接線ベクトルと法線ベクトルとが張る平面内にない場合には、例えば図 1 6 に示すように、画像投影装置 1 から投射される光線は、上から見たときに、上記接合線 2 1 a に図示のような立体角  $\omega$  をもって斜めに入射する

ことになる。このときには、投影光学系20から見たときの接合面21dや接合面21eの立体角が上記図15に示したものよりも大きくなるために、該立体角に応じてこれらの接合面21d, 21eに光線が照射され、該接合面21d, 21eにおいて光量に応じた反射や散乱が生じることになる。

従って、接合線21aが「すじ」として観察されてしまい、特に、斜め方向から観察する場合には、シート部材21b, 21cの肉厚によって、ある程度の幅のある「すじ」として観察されるために、より目立つことになってしまう。

こうして、「すじ」がほぼ観察されないようにするために、上述したような接線ベクトルと法線ベクトルとが張る平面内に光軸Oが位置するように構成したのである。

なお、より一般的には、光学シート21に接合面等の光学特性が特異的（例えば不連続など）となる特異部分が存在する場合に、画像投影装置1の投影光学系20からこの特異部分を見たときの立体角が最小となるように画像投影装置1を配置すると良い。もちろん、画像投影装置1を光学シート21から無限に離隔させれば立体角は0に漸近するが、上述した立体角を最小にするというのは、無制限に行うという意味ではなく、画像投影装置1が光学シート21から所定の位置関係にあるという拘束条件の下で最小にするという意味である。ここに拘束条件とは、例えば、投影光学系20の焦点距離に対応して画像投影装置1を光学シート21の正面から所定の距離に配設しなければならない条件、あるいはオフセット投影を行う際に設計上許容されるオフセット範囲に係る条件、などが例として挙げられる。また、上記特異部分は、接合面に限るものではなく、光学シート21に存在し得る傷など、光学的な特異部分を広く含む概念である。

次に、図17から図19を参照して、光学シート23に上下方向の接合線23aが1つだけ存在し、3つの画像投影装置1A, 1B, 1Cからこの光学シート23に画像を投影する例について説明する。

まず、光学シート23は、縦長の2枚のシート部材23b, 23cを、各々の長辺側の端線を接合線23aとして互いに接合することにより、構成されている。

画像投影装置1A, 1B, 1Cは、上下方向にほぼ等間隔に配列されていて、

それぞれの光軸 $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$ が、上記接合線 $23a$ に対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わっている。より詳しくは、上方から見たときに図18に示すように、ほぼ垂直に交わるとともに、側方から見たときにも図19に示すように、それぞれほぼ垂直に交わっている。

ただし、各光軸 $OA$ 、 $OB$ 、 $OC$ は、上述と同様に、これらの光軸が上記接合線 $23a$ と交わる各交点における接線ベクトル（方向ベクトル）と、該交点において光学シート21の主面に立てた法線ベクトルと、が張る平面内にあれば良いために、図19に示したような側方から見たときに垂直であることには限定されない。

また、各画像投影装置1A、1B、1Cがそれぞれ生成する画像の一部は、光学シート23上において、互いの辺縁部が重畳するように投影されるようになっていて、部分的な画像同士が円滑に接続されて、全体として継ぎ目のない画像を構成するようになっている。

次に、図20、図21を参照して、光学シート25に上下方向の接合線が3本存在し、格子状に配列した9つの画像投影装置からこの光学シート25に画像を投影する例について説明する。

光学シート25は、4枚のシート部材25d、25e、25f、25gを、各々の端縁を接合線25a、25b、25cとして互いに接合することにより、構成されている。

また、画像投影装置1D、1E、1F、1G、1H、1I、1J、1K、1Lは、 $3 \times 3$ となるように格子状に配列されている。

より詳しくは、画像投影装置1D、1E、1Fは、それぞれの光軸 $OD$ 、 $OE$ 、 $OF$ が、上記接合線25aに対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置1G、1H、1Iは、それぞれの光軸 $OG$ 、 $OH$ 、 $OI$ が、上記接合線25bに対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置1J、1K、1Lは、それぞれの光軸 $OJ$ 、 $OK$ 、 $OL$ が、上記接合線25cに対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わるように、配置されている。

このとき、上述と同様に、上方から見たときには図21に示すように、各光軸が各接合線に対してほぼ垂直に交わっているが、側方から見たときには、必ずし



も垂直に交わることに限定されるものではない。

また、各画像投影装置 1D, 1E, 1F, 1G, 1H, 1I, 1J, 1K, 1L がそれぞれ投影する部分的な画像が、光学シート 25 上において、互いの辺縁部が重畳されているのも上述と同様である。

次に、図 22 から図 24 を参照して、光学シート 27 に上下方向の接合線が 6 本、左右方向の接合線が 4 本存在し、格子状に配列した 9 つの画像投影装置からこの光学シート 23 に画像を投影する例について説明する。

光学シート 27 は、8 枚のシート部材 27k, 27l, 27m, 27n, 27o, 27p, 27q, 27r を、互いに隣接する端縁同士を接合することにより構成されている。

より詳しくは、シート部材 27k とシート部材 27l が接合線 27a により、シート部材 27l とシート部材 27m が接合線 27b により、シート部材 27m とシート部材 27n が接合線 27c により、シート部材 27k とシート部材 27o が接合線 27d により、シート部材 27l とシート部材 27p が接合線 27e により、シート部材 27m とシート部材 27q が接合線 27f により、シート部材 27n とシート部材 27r が接合線 27g により、シート部材 27o とシート部材 27p が接合線 27h により、シート部材 27p とシート部材 27q が接合線 27i により、シート部材 27q とシート部材 27r が接合線 27j により、それぞれ接合されている。

また、画像投影装置 1M, 1N, 1O, 1P, 1Q, 1R, 1S, 1T, 1U は、上記図 20、図 21 に示したものと同様に、 $3 \times 3$  となるように格子状に配列されている。

すなわち、画像投影装置 1M, 1N は、それぞれの光軸 OM, ON が、上記接合線 27a に対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置 1P, 1Q は、それぞれの光軸 OP, OQ が、上記接合線 27b に対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置 1S, 1T は、それぞれの光軸 OS, OT が、上記接合線 27c に対して、各々、交点をもってほぼ垂直に交わるように配置されている。

また、画像投影装置 1O は、その光軸 OO が上記接合線 27a, 27d, 27

e, 27hの結節点27sに交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置1Rは、その光軸ORが上記接合線27b, 27e, 27f, 27iの結節点27tに交点をもってほぼ垂直に交わり、画像投影装置1Uは、その光軸OUが上記接合線27c, 27f, 27g, 27jの結節点27uに交点をもってほぼ垂直に交わるように配置されている。

より詳しくは、画像投影装置1M, 1N, 1P, 1Q, 1S, 1Tは、上方から見たときにそれぞれの光軸OM, ON, OP, OQ, OS, OTが各対応する接合線にほぼ垂直に交わるだけで足りるが、画像投影装置1O, 1R, 1Uは、光軸OO, OR, OUが各対応する結節点27s, 27t, 27uに対して上方から見ても側方(図23参照)から見てもほぼ垂直に交わる必要がある。

なお、このような画像投影装置の配置においては、図24に示すように、各画像投影装置が投射する部分画像は、上下に隣接する部分画像同士に重畳領域が存在するだけでなく、左右に隣接する部分画像同士にも重畳領域が存在しており、さらに、上下左右の部分画像が4重に重畳される領域も存在している。

また、上記図22から図24に示した例においては、結節点において接合線が十字状に直交して交差する場合を示したが、これに限らず、結節点において、接合線がT字状に直交して交差する場合や、さらには、任意の角度で3又以上で交差する場合にも、上述したような構成が同様に適用され、結節点に交わる光軸は、該結節点において光学シートの主面に立てた法線ベクトルの方向であることが必要である。

なお、上述したような構成は、光学シートが例えば円筒面や球面などの曲面である場合にも、同様に適用される。また、光学シートの具体的な例としては、多数のビーズを面状に並べた光学シートや、フレネルレンズを形成した光学シート、レンチキュラーレンズが形成された光学シート、拡散シートの機能を備えた光学シート、などが挙げられ、上述した構成は、これらの何れについても適用することができる。

さらに、複数の光学シートが重畳されて光学スクリーンが構成されている場合には、各光学シートの接合線が、各々、画像投影装置の光軸に対して上述したような関係になっていれば良い。

そして、上記図 1 2 から図 2 4 を参照して述べたような構成は、光学シートが光学プレートに密接されて光学スクリーンが形成される場合に限られるものではなく、光学シート単体で光学スクリーンが構成される場合など、一般的に接合線を有する光学シートが用いられる場合に広く適用される。

加えて、実際の画像形成装置においては、画像投影装置と光学スクリーンとの間に 1 つ以上のミラー等を配置して、該画像投影装置から投射する光束を折曲させることがあるが、この場合でも、最終的に光学スクリーンの光学シートに入射する光軸が上述したような関係を満たすようにすれば良い。

このような実施形態によれば、光学シートが接合されたものである場合には、画像投影装置の光軸と光学シートの接合線とが交わるような位置関係に配置するとともに、交点において光学シートの主面に立てた法線ベクトルと該交点における接合線の接線ベクトルとが張る平面内に光軸があるように構成したために、接合線がほぼ観察されない大画面の画像形成装置を実現することが可能となる。

さらに、拡散板等の光学部材を所定の剛性を有する光学プレートとして構成すると共に所定の曲面形状を有するように湾曲して形成し、レンチキュラーシート等の光学シートに引張力をかけて該光学プレートに押圧させることにより、光学シートと光学プレートを密着させるようにしたために、光学プレートの拡散面により広視野化を図っても、光学シートに結像される画像がぼけることはない。

そして、弾性部材を用いて光学シートを引張ることにより、使用環境の温度や湿度が変化して光学シートが伸縮したとしても、柔軟に対応することが可能となる。

また、光学プレートの観察者側の面に、アンチグレア処理やアンチリフレクション処理を施すことにより、画像をより見易くすることが可能となる。

Having described the preferred embodiments of the invention referring to the accompanying drawings, it should be understood that the present invention is not limited to those precise embodiments and various changes and modifications thereof could be made by one skilled in the art without departing from the spirit or scope of the invention as defined in the appended claims.